

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ
МИКРОПОЛОСКОВЫХ АНТЕНН
ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАМАТЕРИАЛОВ**

М.С. Манахова¹, Е.А. Шорохова²

(ОАО «НПП «Полёт», г. Нижний Новгород, rfmnaka@mail.ru;

ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седатова», г. Нижний Новгород, eaShorokhova@gmail.com)

**RESEARCH OF POSSIBILITY OF REDUCTION OF OVERALL SIZES
OF THE MICROSTRIP ANTENNAS BY THE USE OF METAMATERIALS**

M.S. Manakhova, E.A. Shorokhova

Совершенствование технологии производства и методологии проектирования микроэлектронных устройств позволяют создавать миниатюрные элементы и компактные изделия радиоэлектроники. Однако в приборах радиосвязи и радиолокации, особенно бортовых, размеры антенн все еще остаются проблемой, требующей своего решения. Несколько десятилетий назад многообещающей и перспективной была технология изготовления МПА [1,2]. К сожалению, в настоящее время она достигла своих пределов относительно сокращения габаритов СВЧ-устройств. Одним из вариантов решения этой проблемы является применение метаматериалов в конструкциях СВЧ-устройств.

Одним из перспективных направлений в создании антенн нового поколения является использование в их конструкции искусственных композитных метаматериалов [2,3].

Исследования последних лет показали, что использование метаструктур в конструкциях антенн позволяют значительно уменьшить габариты антенн при сохранении частоты излучения. Основной целью данной работы является исследование возможности уменьшения габаритных размеров МПА с помощью использования подложки из метаматериала.

Поскольку аналитическое решение этой задачи представляется чрезмерно трудоемким и может потребовать значительных временных затрат, в данной работе осуществляется численное моделирование МПА. За основу тестовой модели была выбрана прямоугольная микрополосковая антенна, изготовленная на однородной подложке (см. рис. 1). Для осуществления поставленной цели рассматриваются два варианта МПА. В первом случае МПА расположена на подложке из диэлектрика ($\epsilon = 2,2$; $\mu = 1$), а во втором случае на подложке из метаматериала ($\epsilon = -3,1$; $\mu = -1$); габаритные размеры МПА представлены в таблице 1.

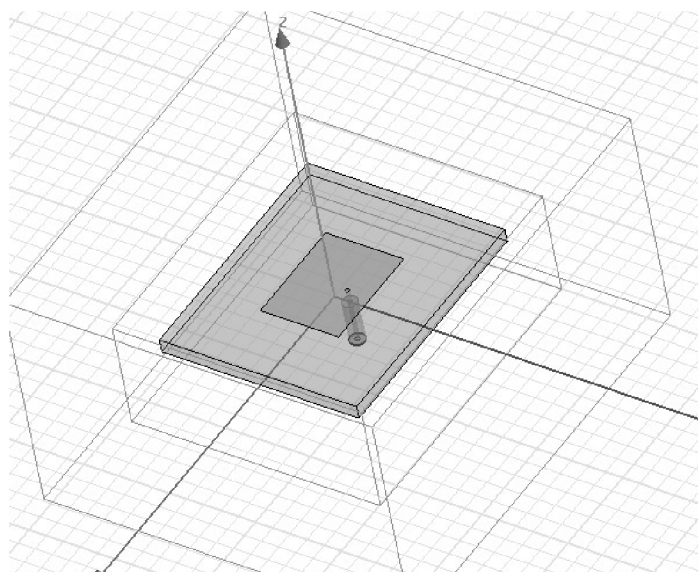


Рис. 1. Геометрия рассматриваемой задачи

Таблица 1. Значения геометрических параметров моделируемой МПА

Величина	Вариант 1	Вариант 2
Размер патча вдоль оси x	1,19 см	0,79 см
Размер патча вдоль оси y	0,91 см	0,56 см
Размер подложки вдоль оси x	2,7 см	2,1 см
Размер подложки вдоль оси y	2,3 см	1,8 см
Расположение запитки по оси x	0	0
Расположение запитки по оси y	0,18 см	0,11 см
Внутренний радиус коаксиального кабеля	0,025 см	0,017 см
Внешний радиус коаксиального кабеля	0,085 см	0,057 см
Длина коаксиального кабеля	0,5 см	0,33 см

На рис. 2 показаны зависимости S_{11} -параметра в полосе частот 5-15 ГГц для МПА с подложкой из диэлектрика (вариант 1) – пунктир и метаматериала (вариант 2) – сплошная линия. Из рисунка видно, что в обоих случаях антенна имеет наилучшее согласование на частоте 9,1 ГГц, но в случае использования подложки из метаматериала габариты антенны становятся заметно меньше. Кроме того, во втором случае антенна имеет уже три рабочих диапазона на выбранном интервале частот, в то время как в случае 1 он был только один. Полоса пропускания антенны увеличилась почти в 4 раза. При использовании в варианте 2 подложки из диэлектрика, но при сохранении габаритных размеров, данная модель имела бы рабочую частоту около 15 ГГц.

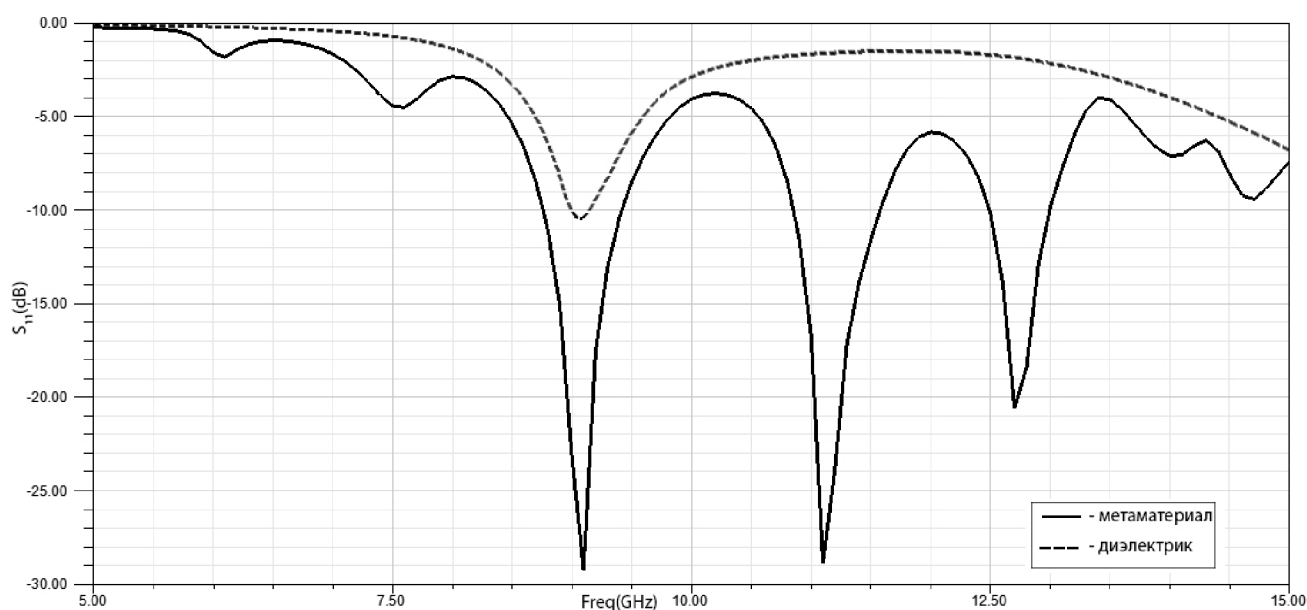


Рис. 2. Частотная зависимость S_{11} -параметра

На рис. 3 представлены зависимости коэффициента усиления (КУ) в dB от угла θ при $\varphi = 0^\circ$ для обоих вариантов МПА, (следует отметить, что аналогичные зависимости наблюдаются и при других значениях углов). Как видно из рисунка, максимальное значение КУ остается почти тем же, но наблюдается более равномерная зависимость в случае 2, провалы КУ стали значительно меньше. На рис. 4а-4б представлены 3D-диаграммы КУ в dB.

Таким образом, использование в качестве материала подложки метаматериала приводит i) к заметному уменьшению габаритных размеров антенны при сохранении рабочей частоты; ii) к увеличению полосы пропускания антенны почти в 4 раза; iii) к увеличению числа рабочих диапазонов антенны.

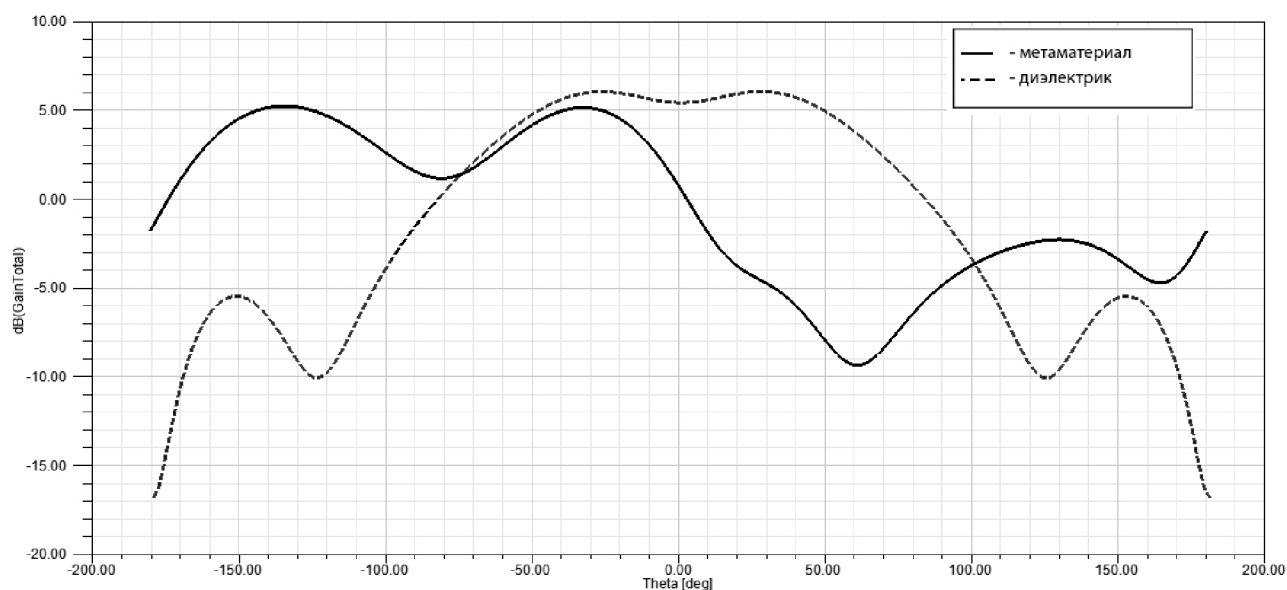


Рис. 3. Угловая зависимость КУ МПА

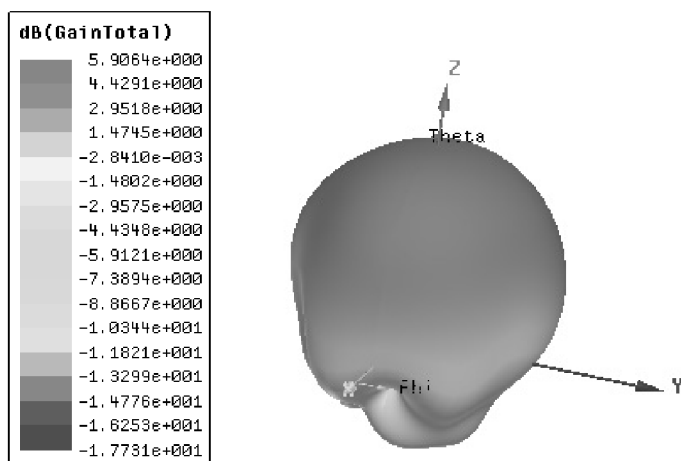


Рис. 4а
3D-диаграмма КУ в dB (1 вариант)

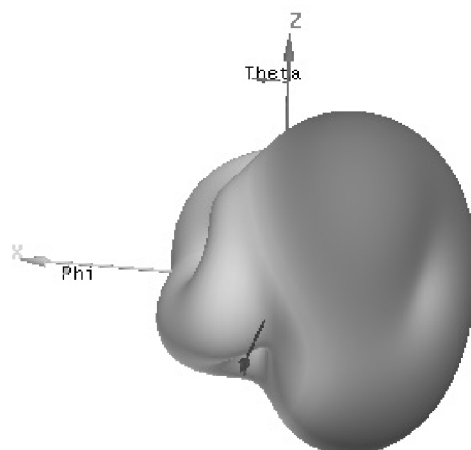


Рис. 4б
3D-диаграмма КУ в dB (2 вариант)

Литература

1. Панченко Б.А., Нефедов Е.И. Микрополосковые антенны. – М.: Радио и связь, 1986. 144 с.
2. Седаков А.Ю., Кашин А.В., Шорохова Е.А. Антенны СВЧ с повышенной полосой пропускания. // Антенны, 2010. № 7 (158). С. 5-25.
3. Панченко Б.А., Гизатуллин М.Г. Наноантенны. – М.: Радиотехника, 2010. 96 с.